

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-331168

(43)Date of publication of application : 30.11.2000

(51)Int. Cl.

G06T 7/00  
G01N 21/954  
G02B 23/24  
G03B 37/00

(21)Application number : 2000-044984

(71)Applicant : TOKYOTO GESUIDO SERVICE  
KK  
NIPPON KOEI CO LTD

(22)Date of filing : 22.02.2000

(72)Inventor : DATE KINSHI  
TAKAHASHI YOSHIFUMI  
DEGUCHI TOSHIYUKI  
SAITO HIROSHI  
WAKIKAWA TAKEMI  
TAKIZAWA KENJI  
NUMAO SHINJI  
SAITO JUNICHI  
CHIYOU KIKOU  
YAMAGUCHI KANA  
KITAMURA YUKIO

(30)Priority

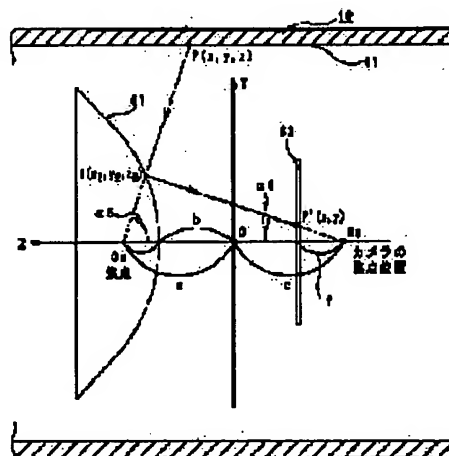
Priority number : 11067521 Priority date : 12.03.1999 Priority country : JP

## (54) DEVICE AND METHOD FOR PROCESSING IMAGE OF INTERNAL SURFACE OF CONDUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a device which can detect a three-dimensional space in the 360° circumference of the internal surface of a conduit with high resolution and clearly display a defect, such as the crack, particularly, in the circumferential direction.

SOLUTION: A video data inputting device fetches the image data regarding the wall surface 11 of a conduit 10 by means of a video camera using a two-sheet hyperboloid mirror or fisheye lens 61 as an omniazimuth sensor and, at the same time, the voice data of an operator corresponding to the image data. A development processor stores the image data, draws development at every frame by correcting image distortion by correcting the deviation of center point, inclination of optical axis, and the depth direction of the conduit 10 caused by the omniazimuth sensor 61 from the stored data by means of a development correction processing section, and draws a final development by synthesizing image data of a plurality of frames by performing data matching for adjusting distortion among the image data of the frames and adding character information from the image data and character information on damage discrimination from a voice processor.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-331168

(P2000-331168A)

(43) 公開日 平成12年11月30日(2000.11.30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

7-73-71 (参考)

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/62

4 0 0

G 0 1 N 21/954

G 0 1 N 21/954

A

G 0 2 B 23/24

G 0 2 B 23/24

B

G 0 3 B 37/00

G 0 3 B 37/00

A

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-44984(P2000-44984)

(71) 出願人 000220675

東京都下水道サービス株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番2号 日

本ビル内

(22) 出願日 平成12年2月22日(2000.2.22)

(71) 出願人 000230973

日本工営株式会社

東京都千代田区麹町5丁目4番地

(31) 優先権主張番号 特願平11-67521

(32) 優先日 平成11年3月12日(1999.3.12)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(72) 発明者 伊達 欣志

東京都千代田区大手町二丁目6番2号 東

京下水道サービス株式会社内

(74) 代理人 100076255

弁理士 古澤 俊明 (外1名)

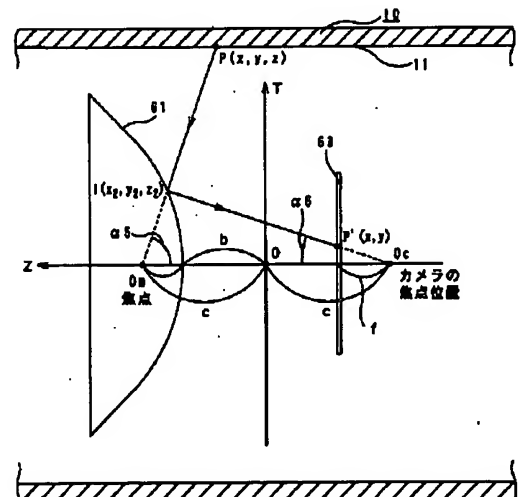
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 管渠内面画像の処理装置及びその方法

(57) 【要約】

【課題】 管渠の内壁面を周囲360度の3次元空間を分解能よく検出して特に円周方向の亀裂などの欠陥を明白に表示できる装置を得ること。

【解決手段】 ビデオデータ入力装置36は、全方位センサーとしての2葉双曲面鏡又は魚眼レンズ61を用いたビデオカメラ35により管渠壁面11の画像データを取り込むとともに、画像データに対応したオペレータの音声データを取り込む。展開図処理装置37は、画像データを記憶し、この記憶されたデータから展開補正処理部44で全方位センサー61を使用したことによる中心点ずれの補正、光軸の傾きの補正、管渠10の深さ方向の補正処理をして画像歪を補正し、1フレーム毎に展開図の作成し、各1フレーム毎の画像データ間の歪調整のためのデータマッチングを行い、画像データからの文字情報と音声処理装置38からの損傷判定の文字情報とを付加して複数フレーム分の画像データの合成により展開図を作成する。



1. The first step in the process of the invention is to determine the specific requirements of the user. This involves a thorough analysis of the problem at hand and the identification of the key factors that will influence the solution.

2. Once the requirements are established, the next step is to develop a conceptual design. This stage involves brainstorming various ideas and selecting the most promising ones. It is crucial to ensure that the design is both innovative and feasible.

3. The third step is to create a detailed technical drawing of the proposed solution. This drawing should clearly illustrate the components and their interrelationships, providing a visual representation of the design.

4. Following the technical drawing, the next step is to conduct a series of experiments or simulations. These tests are designed to validate the design and identify any potential weaknesses or areas for improvement.

5. The final step in the process is to refine the design based on the results of the experiments. This may involve making minor adjustments or, in some cases, rethinking the entire approach to better meet the user's needs.

6. Once the design is finalized, the next step is to build a prototype. This physical model allows for a more tangible understanding of the invention and provides a platform for further testing and refinement.

7. The final stage of the process is to prepare a comprehensive report detailing the entire development process, from initial requirements to the final prototype.

8. The report should include a clear description of the problem, the design process, the results of the experiments, and the final design. This document is essential for communicating the findings of the invention to stakeholders and for securing any necessary funding or patents.

9. In addition to the report, it is important to create a series of diagrams and illustrations that clearly depict the various components and processes of the invention. These visual aids are crucial for ensuring that the design is fully understood and can be effectively reproduced.

10. The final step in the process is to submit the report and diagrams to the appropriate authorities for review and approval. This may involve a formal patent application or a submission to a relevant regulatory body.

11. Once the design has been approved, the next step is to begin the manufacturing process. This involves working with a manufacturer to produce a large number of units of the invention, ensuring that they meet the same high standards of quality and performance as the prototype.

12. The final stage of the process is to distribute the finished product to the market. This may involve setting up a sales network, creating marketing materials, and launching a campaign to promote the invention to potential users.

13. Throughout the entire process, it is essential to maintain a high level of communication and collaboration with all stakeholders. This ensures that everyone is on the same page and that the invention is developed and marketed in the most effective way possible.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光軸に対し略直交する角度まで管渠壁面11の画像信号を受光してこの光信号を光軸方向に屈折するための全方位センサー61と、この全方位センサー61を用いたビデオカメラ35により管渠壁面11の画像データを取り込むビデオデータ入力装置36と、このビデオデータ入力装置36の画像データに基づき1フレーム毎に展開図の作成処理を行った後、複数フレーム分の画像データの合成を行う展開図処理装置37と、合成された展開図を出力する展開図出力装置39とからなることを特徴とする管渠内面画像の処理装置。

【請求項2】 全方位センサー61は、光軸に対し略直交する角度まで広角に受光してこの光信号を光軸方向に屈折するための2葉双曲面鏡からなることを特徴とする請求項1記載の管渠内面画像の処理装置。

【請求項3】 全方位センサー61は、光軸に対し略直交する角度まで受光してこの光信号を光軸方向に屈折するための円、楕円、放物面、円錐等の $n$ 次曲線面( $n$ は、1以上の正の整数)からなる鏡又はレンズからなることを特徴とする請求項1記載の管渠内面画像の処理装置。

【請求項4】 展開図処理装置37は、ビデオデータ入力装置36の画像データを記憶する画像データ記憶部42と、この記憶されたデータから1フレーム毎に、全方位センサー61を用いたことによる展開図のひずみの補正を行うとともに、補正処理後の画像データの展開図作成処理を行う全方位センサー用展開補正処理部44と、この展開図データを記憶する展開データ記憶部45と、各1フレーム毎の画像データ間の歪調整のためのデータマッチングを行うデータマッチング部46と、歪調整後の複数フレーム分の画像データの合成により展開図を作成する展開図作成部47と、前記画像データ記憶部42の画像データから文字を認識し前記展開図作成部47による展開図に文字情報を入力する文字認識処理部56とを具備してなることを特徴とする請求項1、2又は3記載の管渠内面画像の処理装置。

【請求項5】 全方位センサー用展開補正処理部44は、全方位センサー61の画像角度が管渠10の軸方向と線形の関係ではないことによる管渠10の深さ方向の補正処理、ビデオカメラ35の中心点が管渠10の中心からずれたときの中心点の補正処理及びビデオカメラ35の光軸Sが傾いたときの傾きの補正処理をするものを具備してなることを特徴とする請求項4記載の管渠内面画像の処理装置。

【請求項6】 ビデオカメラ35の外周に、管渠壁面11を照射する環状の照明灯64を設けてなることを特徴とする請求項1、2又は3記載の管渠内面画像の処理装置。

【請求項7】 2葉双曲面鏡61は、管渠壁面11から焦点に向かって発射される光線を光軸に向かって反射屈

折する2葉双曲面からなり、最大表示画角が約140度、最小表示画角が約87度とし、管渠壁面11を略間横から斜め約53度の範囲を受光可能なものからなることを特徴とする請求項2記載の管渠内面画像の処理装置。

【請求項8】 魚眼レンズ61は、両面凸レンズの一方面の一部が凹面状で、他方面の一部が平面状になるようにカットした形状をなし、凹面状にカットした部分は、魚眼レンズ61の内部から見た凸面鏡の反射面65となし、平面状にカットした部分は、光線が屈折して出射する透過面66となし、前記凸面鏡の反射面65側の外周面は、光が入射する入射面68をなし、前記透過面66側の外周面は、光が反射する反射面68をなし、表示画面69上に略ドーナツ状の壁面画像75を映し出すようにしたことを特徴とする請求項3記載の管渠内面画像の処理装置。

【請求項9】 2葉双曲面鏡61における略中央部分又は魚眼レンズ61における凸面鏡の反射面65の略中央部分に、透過部70を形成することにより、表示画面69上に映し出された略ドーナツ状の壁面画像75の中央の非映写部73に、前方監視画像74を映し出すようにしたことを特徴とする請求項7又は8記載の管渠内面画像の処理装置。

【請求項10】 2葉双曲面鏡61又は魚眼レンズ61の光軸上に、前方監視画像74を拡大して映し出すためのズームレンズ71を設けてなることを特徴とする請求項7又は8記載の管渠内面画像の処理装置。

【請求項11】 2葉双曲面鏡61又は魚眼レンズ61の光軸上に、前方監視画像74の映写領域を広げるための広角レンズ72を設けてなることを特徴とする請求項7又は8記載の管渠内面画像の処理装置。

【請求項12】 全方位センサー61の中心線Zと管渠10の中心線が略一致した状態にセットしたときの画像データに基づき展開図を作成する方法において、展開図座標( $m, n$ )と実管渠の特定位置( $Z, \beta$ )との対応を求める工程と、この対応を求める工程により求められた実管渠の位置( $Z, \beta$ )から、全方位センサー61の中心線Zが管渠中心と一致した状態時のレンズの焦点O<sub>m</sub>に対しての入射角度( $\alpha 1, \beta 1$ )を求める管渠深さ方向の補正工程と、この入射角度( $\alpha 1, \beta 1$ )から全方位センサー61の中心線Zが管渠中心と平行で、( $\Delta x, \Delta y$ )だけずれた状態時のレンズの焦点O<sub>m</sub>に対しての入射角度( $\alpha 2, \beta 2$ )を求める中心点の補正工程と、補正後の入射角度( $\alpha 2, \beta 2$ )から全方位センサー61の中心線Zが管渠中心線と( $\theta \alpha, \theta \beta$ )だけ傾いた状態時のレンズの焦点O<sub>m</sub>に対しての入射角度( $\alpha 5, \beta 5$ )を求める傾き補正工程と、この入射角度( $\alpha 5, \beta 5$ )から画像の画面座標( $x, y$ )を求める工程とを具備し、これらの工程を繰り返して展開図を作成するようにしたことを特徴とする管渠内面画像の処理方

法。

【請求項13】 全方位センサー61の中心線Zと管渠10の中心線が略一致した状態にセットしたときの画像データに基づき展開図を作成する方法において、実管渠の特定位置(Z,  $\beta$ )からの入射角度( $\alpha 5$ ,  $\beta 5$ )に基づき画像の画面座標(x, y)を求める工程と、実管渠の特定位置(Z,  $\beta$ )と展開図座標(m, n)との対応を求める工程と、この対応を求める工程により求められた実管渠の位置(Z,  $\beta$ )から、全方位センサー61の中心線Zが管渠中心と一致した状態時のレンズの焦点Omに対しての入射角度( $\alpha 1$ ,  $\beta 1$ )を求める管渠深さ方向の補正工程と、この入射角度( $\alpha 1$ ,  $\beta 1$ )から全方位センサー61の中心線Zが管渠中心と平行で、( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ )だけずれた状態時のレンズの焦点Omに対しての入射角度( $\alpha 2$ ,  $\beta 2$ )を求める中心点の補正工程と、補正後の入射角度( $\alpha 2$ ,  $\beta 2$ )から全方位センサー61の中心線Zが管渠中心線と( $\theta \alpha$ ,  $\theta \beta$ )だけ傾いた状態時のレンズの焦点Omに対しての入射角度( $\alpha 5$ ,  $\beta 5$ )を求める傾き補正工程とを具備し、これらの工程を繰り返して展開図を作成するようにしたことを特徴とする管渠内面画像の処理方法。

【発明の詳細な説明】  
【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、大小口径の上下水道の管、鉄道、車道、歩道などの交通用トンネル、ケーブルテレビ埋設管などの管渠内壁面を撮影したビデオ画像から管渠の状態を表示したり、長手方向展開図を作成したりするための管渠内面画像の処理装置及びその方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、管渠壁面の検査は、暗くて長い管渠内を人間が徒歩で巡回しながら目視により変状を描画し、これをもとに展開図を作成する作業が中心であった。この方法では、検査の対象が大型構造物で、また、長大な管渠が多いため、多くの人手と時間を要するだけでなく、すべての変状を正確にとらえるのが困難であった。また、上下水道用等の口径が小さくて人間が入れないような管渠壁面の検査は、ビデオカメラ等を移動させて行うが、やはり正確な検査ができなかった。

【0003】そこで、連続的に検査するための管渠内面40画像の処理装置として、図17、図18、図19に示すような方法が開発され、報告されている。図17に示す装置は、(a)に示すように、検査しようとする管渠10の略中心部に、4台のラインセンサカメラ12a、12b、12c、12dをセットする。それぞれのラインセンサカメラ12a、12b、12c、12dは、異なる方向に向けてセットされ、かつ、映写角度 $\theta a$ 、 $\theta b$ 、 $\theta c$ 、 $\theta d$ をもっており、壁面11の全周を4つに分割して撮影する。このとき、(b)に示すように、4枚の壁面画像13a、13b、13c、13dは、円周

方向に互いにわずかな重合部15を有するように設定される。4台のラインセンサカメラ12a、12b、12c、12dで全周を撮影したら、管渠10の長さ方向に一定距離だけ移動して同様に全周を撮影する。このとき、長さ方向に一部重合部15を有するように撮影される。このようにして順次撮影された壁面画像13a、13b、13c、13dから、画像処理装置により壁面11の変状として、クラック14、その他、漏水、剥離、目地切れなどを抽出して表示する。

【0004】この図17に示す装置は、4台の広角度の高価なカメラを必要とすること、カメラの位置、カメラの方向、カメラの移動速度など4台のカメラの撮影条件全てを一定に設定するのがきわめて面倒であること、壁面11からカメラの位置までの距離が短すぎた場合、広角度レンズを必要とし、画像に歪みが生じてうまくつながらないこと、壁面11からカメラの位置までの距離を長くすると、広角度レンズは必要なくなるが、対向するカメラが撮影画像の邪魔をすることなどの問題を有していた。

【0005】図18に示す装置は、(a)に示すように、検査しようとする管渠10の略中心部に、レール18に沿って移動する台車上に回転式パノラマカメラ17がセットされている。レール18が単線のときは、レール18の上方であって、かつ、管渠10の略中心部に位置するようにセットされ、レール18が複線のときは、複線のレール18、18'の中間の上方であって、かつ、管渠10の略中央にセットされる。このような構成において、(b)のフローチャートに示すように、まず、360度回転式の回転式パノラマカメラ17により、1回の撮影で全周を所定角度ずつ分割して壁面11を連続的に写真撮影する。1回撮影したら数回移動して同様に順次撮影する。つぎに、光ディスクにより壁面写真が記録される。記録された壁面写真に基づき、コンピュータにより展開写真、展開図を作成、管理する。このとき、展開写真、展開図は単につなげるだけで、加工を施すことはない。つぎに、展開写真、展開図、属性データなどを検索し、かつ出力する。このようにして得られた展開写真、展開図から、壁面11の変状として、クラック14、その他、漏水、剥離、目地切れなどを抽出する。

【0006】この図18に示す装置は、360度回転式で、1回の撮影で全周を所定角度ずつ分割して壁面11を連続的に写真撮影することのできる特殊で、高価なカメラを必要とすること、多数枚の写真を加工せずにつなげるだけでは、正確なクラック14の位置が分かりにくいこと、などの問題を有していた。

【0007】図19に示す装置は、(a)に示すように、検査しようとするボーリング孔(管渠)2-1の略中心部に、ウインチユニットにて上下動自在にブローブ2-2が吊り下げられ、このブローブ2-2には、CCDカメラ2-3、コーンミラー2-4、内部制御ユニット2-5がセ

ットされる。このような構成において、ボーリング孔（管渠）21の壁面11から入射した光線がコーンミラー24で反射屈折してCCDカメラ23に入力する。このCCDカメラ23の画像は、ブロープ22の降下に伴って円環中心軸に向かって収束するように働く。全周画像をA/D変換して、(b)に示すようなフレームメモリ29に展開して、画素毎に画像を取り扱う。すなわち、フレームメモリ29中の円周Rに対応する画素群をスキップし、円周R上の一定位置Pを起点として、画素毎に、(c)に示すようにフレームメモリ30の直線上に再配置し、円周Rに対応する壁面11の微小区間の画素配列を得る。ブロープ22の降下により上記動作を繰り返すことでフレームメモリ30に連続した展開画像を得る。【0008】この図1-9に示す装置は、管渠21の略中心部に、ウインチユニットにて上下動自在にブロープ22が吊り下げるための機構であり、使用方法が限定されていること、ブロープ22には、CCDカメラ23、コーンミラー24、内部制御ユニット25などの特殊な部品を必要とし、高価で、操作の面倒な装置になることなどの問題があった。【0009】さらに、従来のいずれの場合も展開図を、展開図を単に連結したり、特殊な装置を用いて展開図を8とするものであり、装置が複雑で、高価になるという問題があった。【0010】本発明は、以上のような問題を解決しようとする課題。本出願人は、以上のような問題点を解決するものとして、図20(a)(b)(c)に示すような管渠内面展開図化方法を既に提案した。この方法によれば、標準レンズタイプのビデオカメラ35を使用し、このビデオカメラ35を管渠10の内径30部中央でかつ、中心線Sに向けてセタする。ここで、管渠10の壁面11位置と展開図の座標データとの対応が図20-(a) (b) (c)に示される。すなわち、(a)における管渠10の壁面11上の1間の実画像は、(b)に示すようにビデオカメラ35で映したままの1フレームの画像となり、この画像を、管渠10の長さ方向に展開した展開図が、(c)に示すようになる。この発明では、(b)に示す実画像データ上の座標点 $(x, y)$ に対応する展開図上の座標点 $(m, n)$ を展開図化処理によって求め、求めた座標データから展開図を作成するものである。なお、図20-(a)(b)(c)において、14aは、管渠10の実際のクラックを示し、14bは、ビデオカメラ35で映した画像のクラックを示し、14cは、展開図のクラックを示している。【0011】このようなビデオカメラ35における標準レンズの垂直画角は、一般に22.60度である。管渠10の内径が250mmとすると、内壁面11の観測可能な範囲は、ビデオカメラ35の前方L=約1m先となる。そのため、管渠10の壁面11を斜視して撮影することによって、特に円周方向の亀裂などの欠陥を検出、50

しにくいという問題があった。また、ビデオカメラ35からの映像を(b)のような画像データとして取り込んだとき、一般に、水平方向640画素、垂直方向480画素で表示されるが、内径250mmの管渠10の壁面11を撮影したときの1画素当りで表示される壁面11の長さをd、カメラ画角の半角を $\alpha$ 、1画素当りの角度を $\beta$ 、管渠10の内半径をRとすると、 $\alpha = 22.60/2 = 11.30^\circ$ 、 $\beta = \alpha/240$ 、 $d = \{R/\tan(\alpha - \beta)\} - \{R/\tan(\alpha)\} = 276.375$ となる。このように、1画素当りの撮影面積が極めて大きくなるので、分解能が落ちるとともに、管渠10の壁面11に凹凸があったり、亀裂が細過ぎたりすると、特に円周方向の亀裂が画面上に表示されないという若干の問題があった。

【0012】本発明は、管渠の内壁面を周囲360度の3次元空間を分解能よく検出して特に円周方向の亀裂などの欠陥を明白に表示できる装置を得ることを目的とするものである。

【0013】本発明は、以下のような課題を解決する。

【課題を解決するための手段】本発明は、光軸に対し略直交する角度まで管渠壁面11の画像信号を受光してこの光信号を光軸方向に屈折するための全方位センサー61と、この全方位センサー61を用いたビデオカメラ35により管渠壁面11の画像データを取り込むビデオデータ入力装置36と、このビデオデータ入力装置36の画像データに基づき1フレーム毎に展開図の作成処理を行った後、複数フレーム分の画像データの合成を行う展開図処理装置37と、合成された展開図を出力する展開図出力装置39とからなることを特徴とする管渠内面画像の処理装置であり、この本発明による装置は、前記画像データ記憶部42と、全方位センサー用展開補正処理部44と、展開データ記憶部45と、データマッチング部46と、展開図作成部47と、文字認識処理部56とを具備し、前記全方位センサー61は、2葉双曲面鏡又は魚眼レンズからなり、前記全方位センサー用展開補正処理部44は、ビデオカメラ35の中心点が管渠10の中心からずれたときの中心点の補正処理、ビデオカメラ35の光軸Sが傾いたときの傾きの補正処理、全方位センサー61の画像角度が管渠10の軸方向と線形の関係ではないことによる管渠10の深さ方向の補正処理をするものを具備してなることを特徴とする管渠内面画像の処理装置である。

【0014】ビデオデータ入力装置36は、全方位センサー61を用いたビデオカメラ35により管渠壁面11の画像データを取り込むとともに、画像データに対応したオペレータの音声データを取り込む。音声処理装置38は、ビデオデータ入力装置36の音声データを記憶し、この音声データから音声を認識し、管渠壁面11の

損傷の有無を判定し、文字情報に変換し出力する。展開図処理装置37は、ビデオデータ入力装置36の画像データを記憶し、この記憶されたデータから全方位センサー用展開補正処理部44で全方位センサー61を使用したことによるビデオカメラ35の中心点がずれたときの補正、ビデオカメラ35の光軸の傾きの補正、管渠10の深さ方向の補正処理をして画像歪を補正し、1フレーム毎に展開図の作成し、各1フレーム毎の画像データ間の歪調整のためのデータマッチングを行い、画像データから文字を認識し展開図への文字情報を出力し、画像データからの文字情報と音声処理装置38からの損傷判定の文字情報とを付加して複数フレーム分の画像データの合成により展開図を作成する。

【0015】

【発明の実施の形態】1. 本発明の原理

(1) 座標系の定義(図1、図2)

本発明で用いられるビデオカメラ35の先端部には、写角(垂直画角)が1.80度前後の全方位センサー61が用いられる。この全方位センサー61では、一例として、集光双曲面として2葉双曲面が用いられる。この2葉双曲面とは、図1に示すように、双曲線をZ軸周りに回転させることで得られる曲面である。そして、以下の双曲線が持っている特徴も双曲面において保持される。  
(0, 0, +c)と(0, 0, -c)の2つの焦点を持っている。即ち、

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

このとき、2葉双曲線は、次式で表される。  
 $T^2/a^2 - Z^2/b^2 = -1$  数式(1)  
2葉双曲面における全方位センサー61の原理は、図1において、壁面11のある点P(x, y, z)から双曲面鏡61の焦点Omに角度α5で入射した光線が双曲面鏡61でビデオカメラ35の焦点Ocに向けて角度α6で反射し、途中のイメージセンサーなどの画像面63上の点P'で結像する。図2において、3次元の点Q(x, y, z)を2次元のx, y面に投影した点をQ'(x, y, 0)とすると、Q' = x/sinβとなる。

【0016】本発明で用いられる具体的なビデオカメラ35は、図8に示すように、全方位センサーとしての2葉双曲面鏡61と、CCDなどのイメージセンサー63とを主体として構成されたものが用いられ、外周には、管渠10の壁面11を照射する環状の照明灯34が設けられている。なお、図1では、ビデオカメラ35の焦点Omに向けて角度α5で入射し、角度α6で反射し、画像面63で結像するようにしたが、図8(a)に示すように、光軸Zに平行に反射屈折した光線を、2葉双曲面鏡61とイメージセンサー63の間に設けられ正しい位置に結像させるためのリレーレンズ62を介するようにしてもよい。この2葉双曲面鏡61は、その背面が基端部取付け板76に固着され、この基端部取付け板76

から先端部に向かって透明カバー77で被覆され、この透明カバー77の先端部には、先端部取付け枠78を介してビデオカメラ本体79が設けられている。80は、センターニードルである。この図8のように構成された2葉双曲面鏡61は、例えば、ビデオカメラ35の光軸Zに対して最大撮影角α1が140度、最小撮影角α2が87度までが可視範囲であるとする。

【0017】(2) 展開図の作成順序

2葉双曲面鏡61の中心線Zと管渠10の中心線が一致した状態にセットしたときの画像データに基づき展開図を作成するには、図3に示すようなフローチャートに従い、以下の順序で行われる。

①展開図と実管渠の対応(図4): 展開図座標(m, n)と実管渠の位置(Z, β)との対応を求める。

②管渠深さ方向の補正(図5): 実管渠の位置(Z, β)から、カメラ軸が管渠中心と一致した状態時のレンズの焦点Omに対しての入射角度(α1, β1)を求める。

③中心点の補正(図6): 入射角度(α1, β1)からカメラ軸が管渠中心と平行で、(Δx, Δy)だけ離れた状態時のレンズの焦点Omに対しての入射角度(α2, β2)を求める。

④傾き補正(図7): 入射角度(α2, β2)からカメラ軸が管渠中心線と(θ, α, θ, β)だけ傾いた状態時のレンズの焦点Omに対しての入射角度(α5, β5)を求める。

⑤2葉双曲面鏡61の投影関係(図1): 入射角度(α5, β5)から画像の画面座標(x, y)を求める。

以上の工程は、mが0からMまで、また、nが0からNまで1画素ずつ順次繰り返して行われる。

【0018】以上の工程の詳細を説明する。

①展開図と実管渠の対応(図4): 展開図座標(m, n)から実管渠の位置(Z, β)を求める。図4において、展開図座標点Q(m, n)を、2葉双曲面鏡61の焦点Omが原点0からZだけ移動したときの壁面11の円周上の点Q'(Z, β)に対応させる。

ここで、Z = B × m  
β = n × 360度 / N  
N: 展開図の縦幅  
B: 管渠深さ方向についての単位展開ドット当りの長さである。

【0019】画像データの補正処理  
双曲面鏡61を用いて管渠10の壁面11を撮影した場合、正確に展開図を作成するため、②管渠深さ方向の補正、③中心点の補正、④傾き補正が必要となる。以下に詳細に説明する。

【0020】②管渠深さ方向の補正(図5): 実管渠の位置(Z, β)から、カメラ軸が管渠中心と一致した状態時のレンズの焦点Omに対しての入射角度(α1, β1)を求める。図5において、画像角度αが管渠10の



軸方向Zとは、線形の関係ではない。補正後画像( $\alpha 1, \beta 1$ )データと実管渠10の位置( $Z, \beta$ )に以下の関係がある。

$$\alpha 1 = \arcsin\left(\frac{R}{\pm \sqrt{R^2 + (Z - Z'0)^2}}\right)$$

$$\beta 1 = \beta$$

ここで、Z0は、レンズ焦点Omの位置

Rは、管渠半径である。

【0021】③中心点の補正(図6)：入射角度( $\alpha$  \*10

$$\alpha 2 = \arcsin\left(\pm \frac{\sqrt{(R \sin(\beta 1) - \Delta x)^2 + (R \cos(\beta 1) - \Delta y)^2}}{\sqrt{(R \sin(\beta 1) - \Delta x)^2 + (R \cos(\beta 1) - \Delta y)^2 + (R \cot(\alpha 1))^2}}\right)$$

$$\beta 2 = \arcsin\left(\frac{R \sin(\beta 1) - \Delta x}{\sqrt{(R \sin(\beta 1) - \Delta x)^2 + (R \cos(\beta 1) - \Delta y)^2}}\right)$$

【0022】④傾き補正(図7)：入射角度( $\alpha 2, \beta$  \*傾きを一致する。座標系X軸の $\theta \alpha$ 回転により次式を満

2)からカメラ軸が管渠中心線と( $\theta \alpha, \theta \beta$ )だけ傾

いた状態時のカメラ焦点Omに対しての入射角度( $\alpha$  \*20

5,  $\beta 5$ )を求める。図7(a)に示すように、管渠10の

内の段差や異物の乗り越えなどにより、ビデオカメラ3

5が傾いた場合、展開処理図化時に管渠10の壁面11

と平行な視点に補正する。以下に説明する。①座標系Z軸を、 $\theta \beta$ 回転し、カメラ軸が管渠中心線と

傾きを( $\theta \alpha, 0$ )にする。座標系Z軸の $\theta \beta$ 回転によ

り次式を満足する。 $\alpha 3 = \alpha 2$

$\beta 3 = \beta 2 - \theta \beta$

・座標系X軸を、 $\theta \alpha$ 回転し、カメラ軸が管渠中心線と

傾きを( $0, 0$ )にする。座標系X軸の $\theta \alpha$ 回転により次式を満足する。

$\alpha 4 = \alpha 3 - \theta \alpha$

$\beta 4 = \beta 3$

・座標系Z軸を、 $\theta \beta$ 回転し、カメラ軸が管渠中心線と

傾きを( $0, 0$ )にする。座標系Z軸の $\theta \beta$ 回転により次式を満足する。

$\alpha 5 = \alpha 4$

$\beta 5 = \beta 4 + \theta \beta$

【0023】⑤2葉双曲線鏡61の投影関係(図1)：

入射角度( $\alpha 5, \beta 5$ )から画像の画面座標(x, y)

を求める。図1において、

座標系X軸を、 $\theta \alpha$ 回転し、カメラ軸が管渠中心線と

傾きを( $0, 0$ )にする。座標系X軸の $\theta \alpha$ 回転により次式を満足する。

$\alpha 6 = \alpha 5 - \theta \alpha$

$\beta 6 = \beta 5$

・座標系Z軸を、 $\theta \beta$ 回転し、カメラ軸が管渠中心線と

傾きを( $0, 0$ )にする。座標系Z軸の $\theta \beta$ 回転により次式を満足する。

$\alpha 7 = \alpha 6$

$\beta 7 = \beta 6 + \theta \beta$

・座標系X軸を、 $\theta \alpha$ 回転し、カメラ軸が管渠中心線と

傾きを( $0, 0$ )にする。座標系X軸の $\theta \alpha$ 回転により次式を満足する。

\*1,  $\beta 1$ )からカメラ軸が管渠中心と平行で、( $\Delta x, \Delta y$ )だけずれた状態時のレンズの焦点Omに対しての

入射角度( $\alpha 2, \beta 2$ )を求める。図6(a)(b)

(c)に示すように、ビデオカメラ35の中心点が管渠

10の中心からx軸方向に $\Delta x$ 、y軸方向に $\Delta y$ だけず

れたものとする。補正後の角度データ( $\alpha 2, \beta 2$ )と補

正前の角度データ( $\alpha 1, \beta 1$ )との関係は、管渠10の

内半径をR、レンズの中心と展開箇所間距離をdとする

と、以下の関係がある。

$$\alpha 2 = \arcsin\left(\pm \frac{\sqrt{(R \sin(\beta 1) - \Delta x)^2 + (R \cos(\beta 1) - \Delta y)^2}}{\sqrt{(R \sin(\beta 1) - \Delta x)^2 + (R \cos(\beta 1) - \Delta y)^2 + (R \cot(\alpha 1))^2}}\right)$$

$$\beta 2 = \arcsin\left(\frac{R \sin(\beta 1) - \Delta x}{\sqrt{(R \sin(\beta 1) - \Delta x)^2 + (R \cos(\beta 1) - \Delta y)^2}}\right)$$

$$\beta 4 = \arctan\left(\frac{\tan(\beta 1)}{\cos(\theta \alpha) - \tan(\alpha 3) \sin(\theta \alpha)}\right)$$

$$\alpha 4 = \alpha 3 - \theta \alpha$$

$$\beta 5 = \beta 4 + \theta \beta$$

$$\alpha 5 = \alpha 4$$

$$\beta 6 = \beta 5$$

$$\alpha 7 = \alpha 6$$

$$\beta 8 = \beta 7$$

$$\alpha 9 = \alpha 8$$

$$\beta 10 = \beta 9$$

$$\alpha 11 = \alpha 10$$

$$\beta 12 = \beta 11$$

$$\alpha 13 = \alpha 12$$

$$\beta 14 = \beta 13$$

$$\alpha 15 = \alpha 14$$

$$\beta 16 = \beta 15$$

$$\alpha 17 = \alpha 16$$

$$\beta 18 = \beta 17$$

$$\alpha 19 = \alpha 18$$

$$\beta 20 = \beta 19$$

$$\alpha 21 = \alpha 20$$

$$\beta 22 = \beta 21$$

$$\alpha 23 = \alpha 22$$

$$\beta 24 = \beta 23$$

$$\alpha 25 = \alpha 24$$

$$\beta 26 = \beta 25$$

$$\alpha 27 = \alpha 26$$

$$\beta 28 = \beta 27$$

$$\alpha 29 = \alpha 28$$

$$\beta 30 = \beta 29$$

$$\alpha 31 = \alpha 30$$

$$\beta 32 = \beta 31$$

$$\alpha 33 = \alpha 32$$

$$\beta 34 = \beta 33$$

$$\alpha 35 = \alpha 34$$

$$\beta 36 = \beta 35$$

展開図処理装置37は、前記ビデオデータ入力装置36からの画像データを記憶する画像データ記憶部42と、この画像データ記憶部42の画像データから文字を認識し、展開図への文字情報を出力する文字認識処理部56と、記憶されたデータにおけるビデオデータ入力装置36のビデオカメラ35に全方位センサー61(2葉双曲面鏡、後述する魚眼レンズ等)を使用したり、ビデオカメラ35が傾いたり、光軸ずれを起こしたりするなどによる歪を補正するとともに、記憶された補正後のデータから1フレーム毎に展開図の作成処理を行う全方位センサー用展開補正処理部44と、この展開図データを記憶する展開データ記憶部45と、各1フレーム毎の画像データ間の歪調整のためのデータマッチングを行うデータマッチング部46と、前記文字認識処理部56からの文字情報と後述する損傷判定部51からの文字情報とを付加して前記データマッチング部46からの歪調整後の複数フレーム分の画像データの合成により展開図を作成する展開図作成部47と、この展開図作成部47で作成された展開図を記憶する展開図記憶部48とからなる。

【0027】前記音声処理装置38は、ビデオデータ入力装置36の音声データを記憶する音声データ記憶部49と、この音声データから音声認識し処理する音声認識処理部50と、認識された音声データに基づき管渠壁面11の損傷の有無を判定する損傷判定部51と、この損傷判定部51の音声情報から文字情報に変換し出力する音声記録文字変換部52とからなる。前記展開図出力装置39は、展開図出力部53と、モニター54と、プリンタ55とからなる。

【0028】本発明装置による展開図作成順序を、図13のフローチャートと図12の説明図により説明する。

(1) 処理を開始する。  
(2) ビデオデータ入力装置36のビデオデッキ40を通じて、管渠10の壁面11の画像信号を1フレーム毎に入力するとともに、その都度、クラック、取付け管飛び出し、継ぎ目ずれ、汚れなどの画像データを捕うためのオペレータの音声信号を入力する。このとき、全枚数に対する一定枚数を入力する。例えば、取り込む全枚数を100枚とすると、一定枚数として10枚を入力する。

(3) 画像データは、展開図処理装置37の画像データ記憶部42に、音声データは、音声処理装置38の音声データ記憶部49にそれぞれ保存される。

【0029】(4) 音声データ記憶部49の音声データに基づき音声認識処理部50にて音声認識処理をする。

(5) 損傷判定部51で損傷判断をする。その結果、異常ありのときは、損傷情報の記録をしてつぎへ移り、異常なしのときはそのままつぎへ移る。

(6) 画像データ記憶部42の画像データに基づき文字認識処理部56にて、移動距離、ビデオカメラ35の回転角度など、画面上の文字情報の認識処理をする。

【0030】(7) 展開図用画像の判定をする。展開図

用画像として使用をするとき(yesのとき)は、つぎの展開図作成へ進み、取り込まないとき(noのとき)は、後述のビデオデータ終了判断へ進む。

(8) 展開図用画像として使用をするとき(yesのとき)は、全方位センサー用展開補正処理部44で補正処理を行った後、前述の展開処理方法に基づき、画像データの展開処理を行う。本発明では、全方位センサーとして2葉双曲面鏡61を用いて管渠10の壁面11を撮影したので、正確に展開図を作成するため、展開補正処理部44で、図5に示す管渠深さ方向の補正、図6に示す中心点の補正、図7に示す傾き補正の各処理をする。画像データの展開処理は、図12(a)のように、1フレーム毎に行うので、展開処理後の画像が管渠の奥になれ、ばなるほど情報が不足し歪んだ画像となる。この図12(a)に示す展開図において、57は継ぎ目、58はクラック、59は水面、60は汚れてである。1フレーム毎の展開画像データは、展開データ記憶部45に記憶される。

【0031】(9) 展開処理後、歪み部分を除去するために、図12(b)に示すように、複数フレーム分の展開画像の合成を行う。合成の際、管渠10の中心点が画像毎に異なることがあるので、データマッチング部46にてデータマッチングを行う。なお、前述のように、展開図と実管渠の対応を第1番目に行うことで、合成の際に最も歪みの少ないきれいな画像部分のみを取り込んで重ね合わせるようにし、重ね合わせて必要のない画像は、展開図として変換しないようにする。これにより、メモリ容量の節約と作業性の向上が図られる。

(10) 展開図作成部47では、図12(c)に示すように、合成された画像に、文字認識処理部56から得た管渠内位置などの文字情報や音声処理装置38の音声から得た損傷情報などを再入力する。

(11) このようにして得られた展開図情報は、展開図記憶部48に記憶される。

【0032】(12) 展開図処理装置37から得られた展開図情報は、展開図出力装置39の展開図出力部53を介してモニター54にて表示され、かつ、プリンタ55でプリントアウトされる。プリントアウトする場合、特につぎの点に留意する。

(1) 1/100.0～2/100.0の縮尺でA3用紙やロール紙上に、管渠10の長さを例えば20m置き毎に、ビデオデータからの展開画像を出力し、管内の全体的な状況の把握を容易にしている。この長さは、細かな画像とするときには短く設定し、細かな画像を必要としないときには長く設定するなど、適宜設定できる。

(2) 同一紙上に、画像データおよび音声データより得られる劣化状況に関するイベント情報(クラック、取付け管飛び出し部、継ぎ目ずれなど)を展開図化する。

(3) Aランクと認識される劣化度の部位については、その拡大画像を同一紙上に1ないし複数箇所を出力表示

し、管渠内の重要な情報の把握を容易にする。

【0033】(13)ビデオデータが終了かどうかを判断する。取り込む全枚数が100枚に達しない場合(n=0の場合)、前記(2)に戻って、(2)〜(12)を繰り返す。取り込む全枚数が100枚に達した場合(yesの場合)、処理を終了する。前記(7)において、展開図用画像の判定をし、展開図用画像として使用しないとき(n=0のとき)は、ビデオデータ終了判断しても、取り込む全枚数が100枚に達しない場合(n=0の場合)に相当するから、前記(2)に戻って、(2)〜(12)を繰り返す。

【0034】前記実施例では、展開図の作成順序を、①展開図と実管渠の対応、②管渠深さ方向の補正、③中心点の補正、④傾き補正、⑤双曲線レンズの投影関係とした。しかし、この順序に限定されるものではなく、⑤双曲線レンズの投影関係を求め、次いで、②管渠深さ方向の補正をずる、③中心点の補正をずる、④傾き補正をずる、の各種の補正を行い、最後に①展開図と実管渠の対応を求める、という順序であつてもよい。

【0035】2. 本発明の第2実施例

(1)第2実施例に使用されるビデオカメラ35は、図10に示すように、第2実施例のビデオカメラ35では、全方位センサーとして、図13に示すような、その先端部に写角(垂直面方向)が180度かそれ以上のいわゆる魚眼レンズ61が使用される。この魚眼レンズ61は、平面凸レンズの一方の方面(図13(a)における右側面)の中心部分が凹面鏡状で、他方面の中心部分が平面状になるようにカットした形状をなし、一方面の凹面状にカットした部分は、魚眼レンズ61の内部から見た凸面鏡の反射面65となり、他方面の平面状にカットした部分は、光線が屈折して出射する透過面66となり、前記凸面鏡の反射面65側の外周面は、光が入射する入射面68をなし、前記透過面66側の外周面は、光が反射する反射面67を構成している。このように構成された魚眼レンズ61は、例えば、ビデオカメラ35の光軸Sに対して最大撮影角 $\alpha_{max}$ が115度、最小撮影角 $\alpha_{min}$ が45度までの可視範囲であるとする。

【0036】この魚眼レンズ61の中心線Sと管渠10の中心線が一致した状態にセットしたときの画像データについて説明する。壁面11の可視範囲内における撮影角度 $\alpha$ の画像データ(x,y)は、図13(e)に示すように、魚眼レンズ61の中心を中心とし、半径が撮影角度 $\alpha$ に比例する円になる。即ち、最大撮影角 $\alpha_{max}$ の画像データ半径を $R_{max}$ 、最小撮影角 $\alpha_{min}$ の画像データ半径を $R_{min}$ とすると、これらの間の撮影角度 $\alpha$ の画像データ半径をRは、次式を満足する。

$$R = R_{min} + (R_{max} - R_{min}) \times \frac{(\alpha - \alpha_{min})}{(\alpha_{max} - \alpha_{min})}$$

【0037】(2)実際の管渠10の壁面11位置と展開

開図の座標データとの対応、ビデオカメラ35を管渠10の内部中央で、かつ、中心線Sに向けてセットしたときの管渠10の壁面11位置と展開図の座標データとの対応を説明する。ビデオカメラ35で映した最大撮影角 $\alpha_{max}=90$ 度、最小撮影角 $\alpha_{min}=45$ 度としたときの1フレームの画像は、図15(a)に示すように、外周がドーナツ状の壁面画像7.5で、中心部(斜線部)が非映写部7.3となり、このうち壁面画像7.5を実画像データ上の座標点(x,y)に対応する展開図上の座標点(m,n)を展開処理によって求め、求めた座標データから展開図を作成すると、図15(b)に示すように、管渠10の長さ方向に展開した展開図となる。なお、図14及び図15(a)(b)において、光軸方向と円周方向の網目又は格子模様は、模式的なグラフを示しており、図14の14aは、実管渠10のクラックを示し、図15(a)の14bは、ビデオカメラ35で映した画像のクラックを示し、図15(b)の14cは、展開図のクラックを示している。

【0038】以上のように、全方位センサーとして魚眼レンズ61を使用した場合における、

(3)画像データの展開処理

(4)画像データの補正処理

及び図10に示した本発明装置による図11、図12の作用は、前述の2葉双曲面鏡の場合と同様であるからその説明を省略する。

【0039】全方位センサー61として、前記第1実施例では、図8に示すような2葉双曲面鏡を用い、また、第2実施例では、図13に示すように、魚眼レンズ61を用いて管渠10の略直交する壁面11のみを撮影して表示するようにした。しかし、2葉双曲面鏡又は魚眼レンズ61は、略中央部分が反射鏡としてほとんど利用されない領域である。そこで、図16(a)又は(b)に示すように、反射面65の中央部分を除去して透過部70を形成する。すると、管渠10の前方からの直線的な映像信号eを取り込むことができ、この映像信号eを、本来、中心部分の非映写部7.3であった個所に、画像fとして映し出すことができる。従って、管渠10の前方監視画像7.4として利用できる。なお、図8において、2葉双曲面鏡からなる全方位センサー61は、これに限られるのではなく、2葉双曲面鏡を含む円、楕円、放物面、円錐などのn次曲線面(nは1以上の正の整数)からなる鏡又はレンズであつてもよい。

【0040】前記非映写部7.3には、その全体にできるだけ拡大して監視画像7.4を映し出すことが望ましい。そのためには、リレーレンズ62とイメージセンサ63との間に、ズームレンズ71を介在する。すると、図16(a)(d)に示すように、映像信号eが画像Fのように拡大されて映し出される。また、前方監視のための映像信号eの領域が狭すぎる場合には、2葉双曲面鏡又は魚眼レンズ61の前方に広角レンズ72を介在することに

より、図1-6(e)のように映像信号eは、拡大されないが監視領域が広げられる。もちろん、ズームレンズ71と広角レンズ72の両方を設けることもできる。また、全方位センサー61として、図8に示すような2葉双曲面鏡を用いて1回の反射光を結像させてもよいし、また、図13に示すように、魚眼レンズ61を用いて内部での2回の反射光を結像させてもよく、反射回数は限定されない。さらに、図1-6(h)において、図中左側に反射鏡を設置し、この反射鏡により全方位センサー61での反射光を反射させ、透過部70を通して図中右側に結像させてもよい。

【0041】

【発明の効果】(1)本発明は、管渠壁面11の画像データを取り込むビデオカメラ35に魚眼レンズ61を用いたので、管渠の内壁面を周囲360度の3次元空間を分解能よく検出して特に円周方向の亀裂などの欠陥を明白に表示できる。

【0042】(2)従来の装置は、いずれも特殊な、または高価なカメラを主体として構成したものであり、装置が複雑で、高価になるとともに、操作がきわめて面倒であったが、本発明は、汎用の安価なビデオ装置により、管渠内を撮影したビデオデータから連続した展開図を得ることができる。また、操作性にもすぐれている。

【0043】(3)記憶されたデータから展開補正処理部44により1フレーム毎に展開図の作成処理を行い、この1フレーム毎に記憶された展開図の各画像データ間の歪をデータマッチング部46でデータマッチングを行い、歪調整後の複数フレーム分の画像データの合成により展開図作成部47で展開図を作成するようにしたので、ずれのない正確な展開画像となる。

【0044】(4)展開図作成部47による展開図に文字認識処理部56にて文字情報を入力するようにしたので、画像データの信頼性にすぐれ、かつ、整理や管理に便利である。

(5)ビデオカメラ35の光軸ずれによる歪を展開補正処理部44にて補正したので、画像データ取り込み中の誤差をなくすることができる。

【0045】(6)文字認識処理部56からの文字情報のみならず、損傷判定部51からのオペレータによる音声情報を変換した文字情報をも展開図に付加するようにしたので、画像データ中の劣化状況に関するイベント情報(クラック、取付け管飛び出し、継ぎ目ずれ、壁面汚れなど)の区別をより一層明確に知ることができる。

【0046】(7)展開補正処理部44は、ビデオカメラ35の中心点が管渠10の中心からずれたときの中心点の補正、ビデオカメラ35の光軸Sが傾いたときの傾きの補正、全方位センサーとしての2葉双曲面鏡又は魚眼レンズ61の画像角度が管渠10の軸方向と線形の関係ではないことによる管渠10の深さ方向の補正処理をするものからなるので、ビデオカメラ35に2葉双曲面

鏡又は魚眼レンズ61を用いたことによる問題点を解消できる。

【0047】(8)ビデオカメラ35の外周に、管渠壁面11を照射する環状の照明灯64を設けることにより、管渠壁面11の撮影箇所をくまなく照明できる。

(9)2葉双曲面鏡又は魚眼レンズ61の反射面65の略中央部分に透過部70を形成することにより、表示画面69上に映し出された略ドーナツ状の壁面画像75の中央の非映写部73に、前方監視画像74を映し出すことが可能である。

(10)2葉双曲面鏡又は魚眼レンズ61の光軸上にズームレンズ71を設けることにより、前方監視画像74を拡大して映し出すことができる。

(11)2葉双曲面鏡又は魚眼レンズ61の光軸上に広角レンズ72を設けることにより、前方監視画像74の映写領域を広げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明装置及び方法に用いられた全方位センサーとしての2葉双曲面鏡61の投影関係を説明するための説明図である。

【図2】座標座標の定義を説明するための座標図である。

【図3】展開図を作成する作成手順を説明するためのフローチャートである。

【図4】展開図座標 $(m, n)$ と実管渠の位置 $(Z, \beta)$ との対応を求めるための説明図である。

【図5】管渠10の深さ方向の補正処理のため、実管渠の位置 $(Z, \beta)$ から、カメラ軸が管渠中心と一致した状態時のレンズの焦点Omに対しての入射角度 $(\alpha 1, \beta 1)$ を求めるための説明図である。

【図6】中心点の補正のための説明図で、(a)は、ビデオカメラ35の光軸ずれ状態の説明図、(b)は、光軸と直交する方向から見たビデオカメラ35の光軸ずれ状態の説明図、(c)は、光軸と平行する方向から見たビデオカメラ35の光軸ずれ状態の説明図である。

【図7】傾き補正のための説明図で、(a)は、ビデオカメラ35の傾き状態の説明図、(b)は、ビデオカメラ35と、管渠10と、3次元軸との関係を示す説明図、(c)は、ビデオカメラ35の傾き補正を説明するための説明図である。

【図8】本発明による管渠内面画像の処理装置の第1実施例を説明するためのもので、(a)は、ビデオカメラ35の先端に全方位センサーとしての2葉双曲面鏡61を取り付けた状態と、最大撮影角 $\alpha 1$ と最小撮影角 $\alpha 2$ とによる可視範囲を説明するための説明図、(b)は、ビデオカメラ35に映し出された画像の投影図である。

【図9】(a)は、図8に示した2葉双曲面鏡61による実画像図、(b)は、その展開図である。

【図10】本発明による管渠内面画像の処理装置の一実施例を示すブロック図である。

【図11】本発明による展開図作成のフローチャートである。

【図12】本発明による展開図作成の順序を示すもので、(a)は第1フレーム分の展開図、(b)は複数フレーム分の展開図、(c)は損傷情報付加後の展開図である。

【図13】本発明による管渠内面画像の処理装置の第2実施例を説明するためのもので、(a)はビデオカメラ35の先端に全方位センサ等とよむ魚眼レンズ61を取り付けた状態の説明図、(b)は、最大撮影角 $\alpha_{\max}$ 、 $10\alpha_x$ と、最小撮影角 $\alpha_{\min}$ と最大視野範囲の説明図、(c)は、ビデオカメラ35に映し出された画像の投影図である。

【図14】図8又は図13におけるビデオカメラ35を管渠10にセットした状態の斜視図である。

【図15】(a)は、実管渠10の展開前の実画像データ図、(b)は、展開後の展開図である。

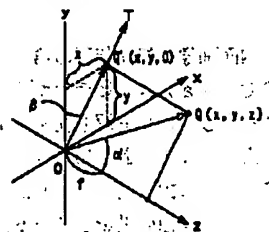
【図16】本発明による管渠内面画像の処理装置の他の実施例を示すもので、(a)は、魚眼レンズの場合の前方監視画像を映し出すための説明図、(b)は、2葉双曲面鏡の場合の前方監視画像を映し出すための説明図、(c)は、表示画面69に壁面画像75と前方監視画像74を映し出した状態の説明図、(d)は、前方監視画像74を拡大して映し出した説明図、(e)は、前方監視画像74の領域を広げて映し出した説明図である。

【図17】従来の管渠内面画像の処理装置の第1例を示すもので、(a)は壁面11撮影時の説明図、(b)は、その展開図である。

【図18】従来の管渠内面画像の処理装置の第2例を示すもので、(a)は、壁面11撮影時の説明図、(b)は、その作業工程を示すフローチャートである。

【図19】従来の管渠内面画像の処理装置の第3例を示すもので、(a)は、ボーリング孔(管渠)24撮影時の説明図、(b)は、結像面図、(c)は、その展開図である。

【図20】本出願人が先に提案した標準カメラによる管渠

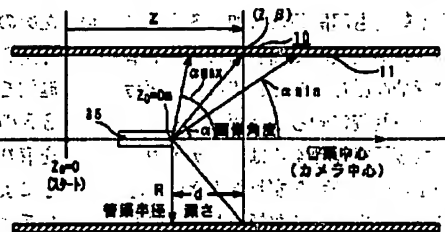


\* 渠内面画像の処理装置の原理を説明するためのもので、

(a)は、管渠10の壁面11をビデオカメラ35で撮影している状態の斜視図、(b)は、ビデオカメラ35に映し出された画像の投影図、(c)は、展開図である。

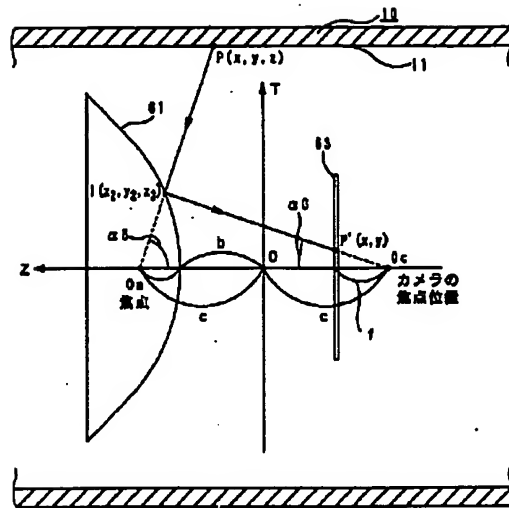
【符号の説明】

10…管渠、11…壁面、12a…12b、12c、12d…ラインセンサカメラ、13a、13b、13c、13d…壁面画像、14…クラック、14a…実管渠10のクラック、14b…ビデオカメラ35で映した画像のクラック、14c…展開図のクラック、15…重合部、17…回転式パノラマカメラ、18…レール、21…ボーリング孔(管渠)、22…ドロップ、23…CCDカメラ、24…コピミラー、25…内部制御ユニット、26…画像処理装置、27…メモリ、28…モニター、29…フレームメモリA、30…フレームメモリB、35…ビデオカメラ、36…ビデオデータ入力装置、37…展開図処理装置、38…音声処理装置、39…展開図出力装置、40…ビデオデッキ、41…ビデオキャプチャボード、42…画像データ記憶部、44…展開補正処理部、45…展開データ記憶部、46…データマッチング部、47…展開図作成部、48…展開図記憶部、49…音声データ記憶部、50…音声認識処理部、51…損傷判定部、52…音声記録文字変換部、53…展開図出力部、54…モニタ部、55…プリンタ、56…文字認識処理部、57…照像装置、58…クラック、59…水面、60…汚れ、61…全方位センサ(2葉双曲面鏡又は魚眼レンズ)、62…リレーレンズ、63…イメージセンサ、64…照明灯、65…反射面、66…透過面、67…反射面、68…入射面、69…画面、70…透過部、71…ズームレンズ、72…広角レンズ、73…非映写部、74…監視画像、75…壁面画像、76…基端部取付け板、77…透明カバー、78…先端部取付け枠、79…ビデオカメラ本体、80…センターノードル

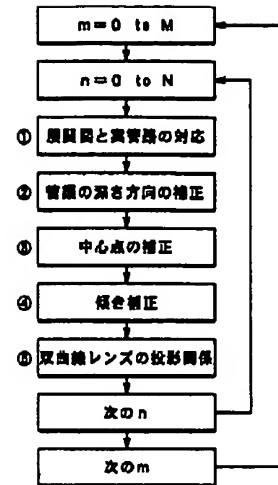


THIS PAGE BLANK (U3PT0)

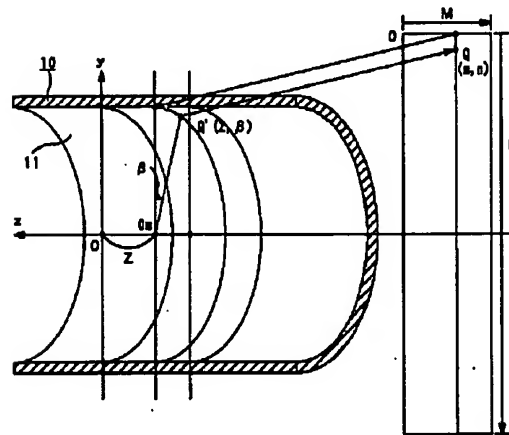
【図1】



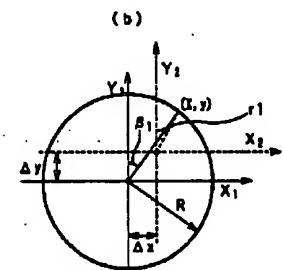
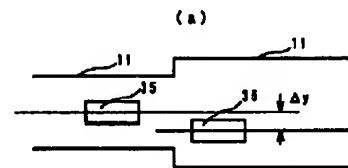
【図3】



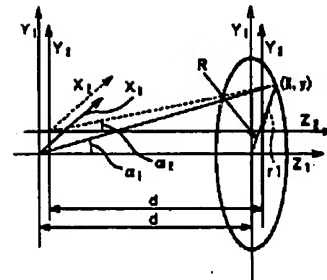
【図4】



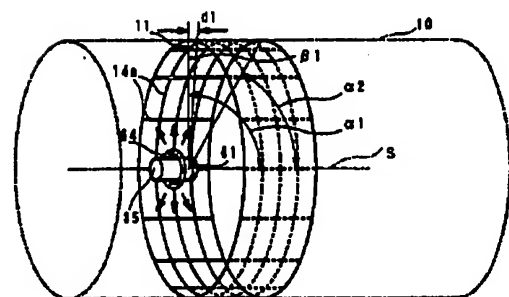
【図6】



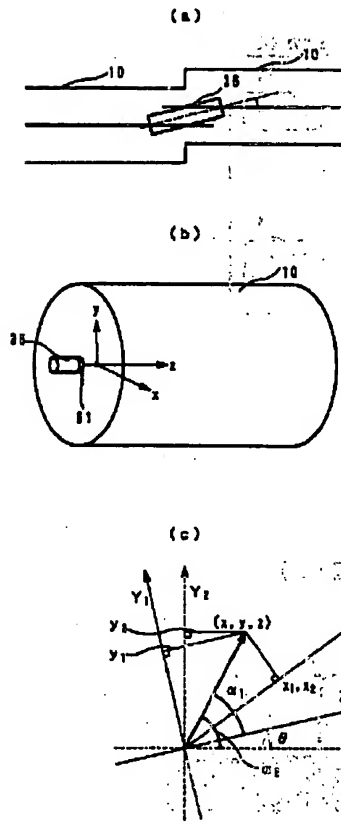
(c)



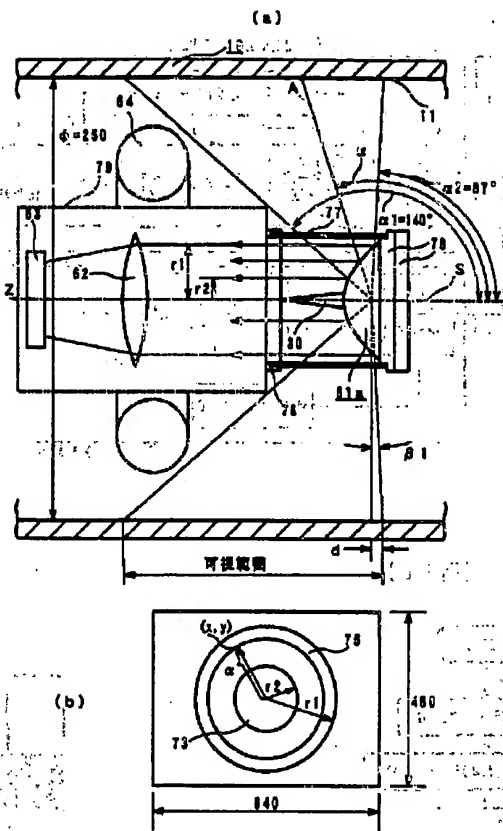
【図14】



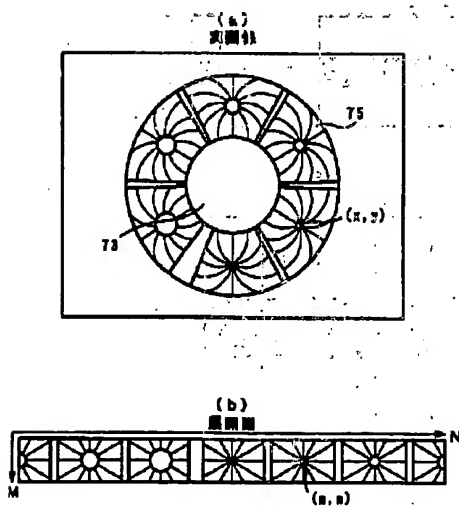
【図7】



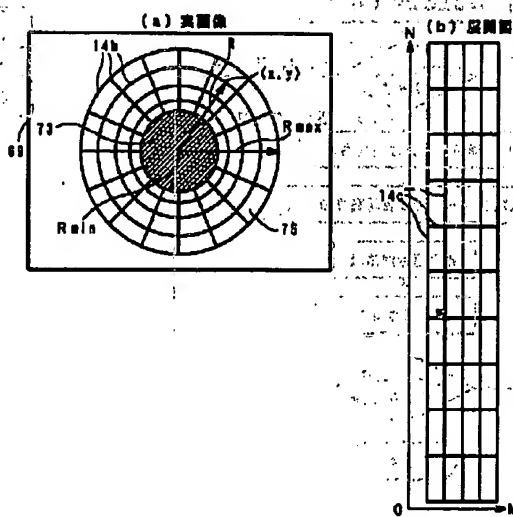
【図8】



【図9】

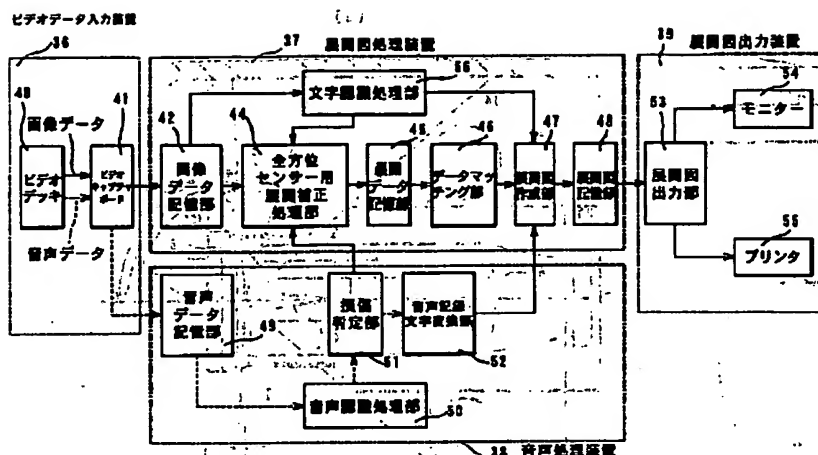


【図1.5.】

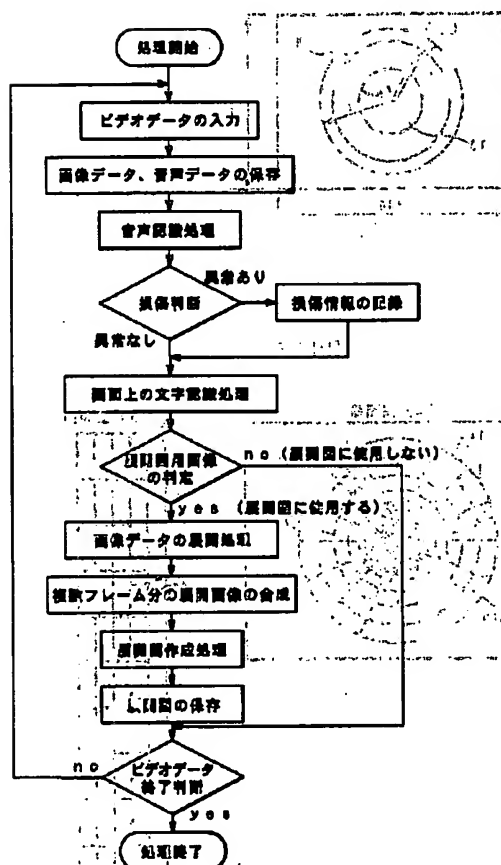




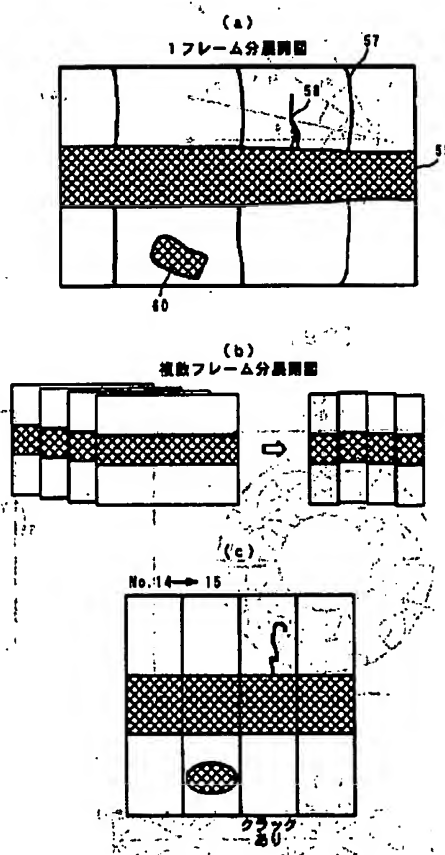
〔図10〕



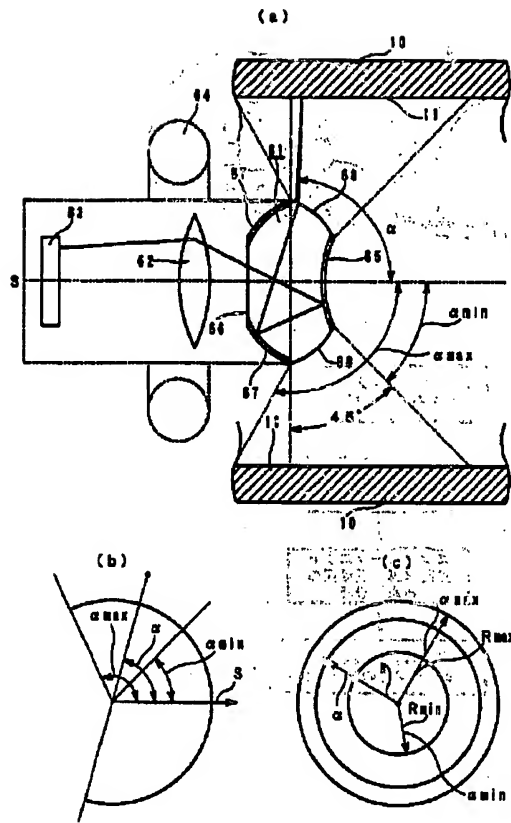
〔図11〕



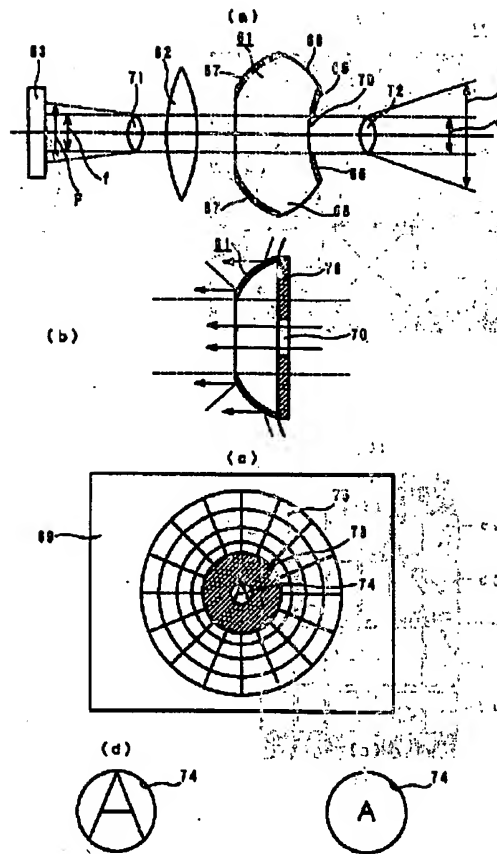
〔図12〕



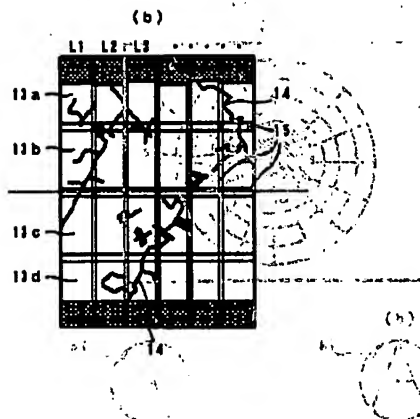
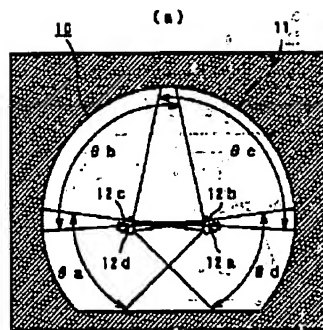
【図13】



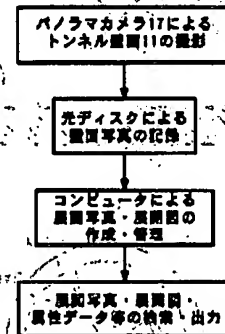
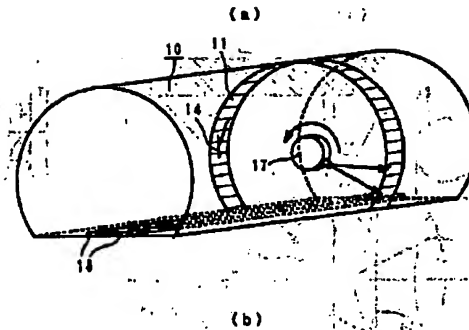
【図16】



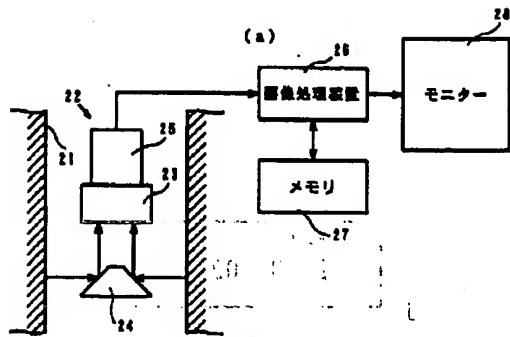
【図17】



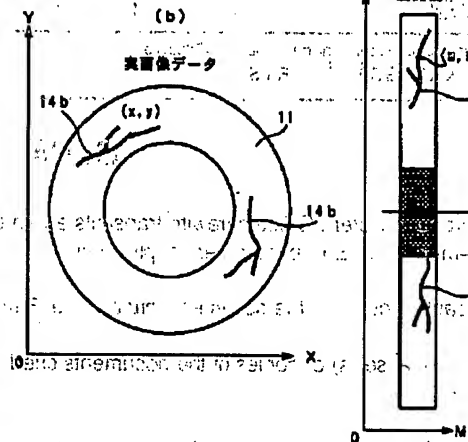
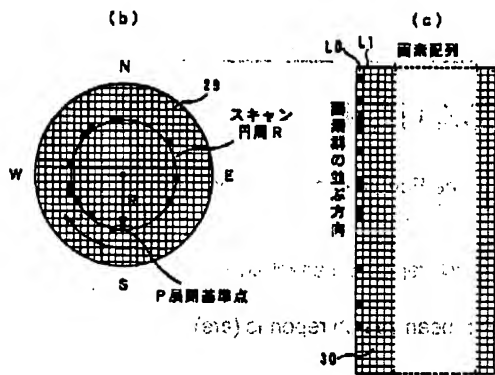
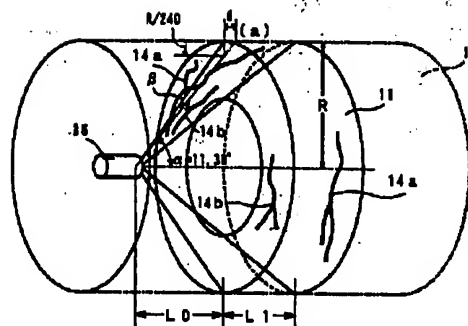
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

- (72)発明者 高橋 良文  
東京都千代田区大手町二丁目6番2号 東  
京都下水道サービス株式会社内
- (72)発明者 出口 敏行  
東京都千代田区大手町二丁目6番2号 東  
京都下水道サービス株式会社内
- (72)発明者 斉藤 博  
東京都千代田区大手町二丁目6番2号 東  
京都下水道サービス株式会社内
- (72)発明者 脇川 武美  
東京都千代田区大手町二丁目6番2号 東  
京都下水道サービス株式会社内
- (72)発明者 滝沢 賢治  
東京都港区南麻布2丁目11番10号 日本工  
営株式会社内

- (72)発明者 沼尾 信二  
神奈川県横浜市港北区新吉田町2940番地  
日本工営株式会社内
- (72)発明者 斎藤 順一  
茨城県稲敷郡茎崎町稲荷原2304番地 日本  
工営株式会社中央研究所内
- (72)発明者 張 冀杭  
茨城県稲敷郡茎崎町稲荷原2304番地 日本  
工営株式会社中央研究所内
- (72)発明者 山口 香奈  
茨城県稲敷郡茎崎町稲荷原2304番地 日本  
工営株式会社中央研究所内
- (72)発明者 北村 幸夫  
茨城県稲敷郡茎崎町稲荷原2304番地 日本  
工営株式会社中央研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (uspto)